

# Получение, структура и свойства $\text{La}_{0.9}\text{Sr}_{0.05}\text{Bi}_{0.05}\text{Mn}_{1-y}\text{Ni}_y\text{O}_{3\pm\delta}$

Кружков Д.А.<sup>1</sup>

Научный руководитель: Каймиева О.С.<sup>2</sup>, кандидат химических наук, ассистент  
Институт естественных наук и математики, Уральский федеральный университет  
<sup>1</sup>dimaemk@yandex.ru, <sup>2</sup>kaimi-olga@mail.ru

В настоящее время перовскитоподобные материалы на основе  $\text{LaMnO}_3$  являются одними из перспективных катодных материалов для создания твердооксидных топливных элементов. Вводя в  $\text{LaMnO}_3$  различные соединения, можно повысить каталитическую активность, добиться увеличения электропроводности и совместимости с материалом электролита.

Целью данной работы является синтез, исследование структуры, химической совместимости твердого раствора  $\text{La}_{0.9}\text{Sr}_{0.05}\text{Bi}_{0.05}\text{Mn}_{1-y}\text{Ni}_y\text{O}_{3\pm\delta}$  с электролитами ( $\text{La}_{0.9}\text{Bi}_{0.1}\text{Nb}_{0.9}\text{W}_{0.1}\text{O}_4$ ,  $\text{Bi}_3\text{Nb}_{0.8}\text{Er}_{0.2}\text{O}_{6.8}$ ) и электропроводности композитных материалов на их основе.

Образцы  $\text{La}_{0.9}\text{Sr}_{0.05}\text{Bi}_{0.05}\text{Mn}_{1-y}\text{Ni}_y\text{O}_{3\pm\delta}$  ( $y=0.0-1.0$ ) получены твердофазным методом. Синтез проводили поэтапно в интервале температур 600-1200 °С. Аттестация полученных порошкообразных образцов проведена с помощью РФА (дифрактометр Bruker D8 Advance). Область гомогенности твердого раствора ограничена значением  $y=0.3$ , структура ромбоэдрическая  $\text{La}_{0.93}\text{MnO}_3$  (пр. гр.  $R-3c$ ). При повышении концентрации  $\text{Ni}^{2+}$  выше  $y=0.4$  образуются дополнительные фазы на основе  $\text{LaNiO}_3$  и  $\text{La}_2\text{NiO}_4$  с ромбоэдрической (пр. гр.  $R-3c$ ) и орторомбической (пр. гр.  $Bmab$ ) структурой. Рассчитаны параметры и объем элементарной ячейки и построены их концентрационные зависимости. При увеличении содержания  $\text{Ni}^{2+}$  происходит сжатие элементарной ячейки, что согласуется со значениями радиусов замещаемых ионов ( $r(\text{Mn}^{3+})=0.645 \text{ \AA}$  (HS),  $r(\text{Mn}^{3+})=0.58 \text{ \AA}$  (LS),  $r(\text{Mn}^{4+})=0.53 \text{ \AA}$ ,  $r(\text{Ni}^{3+})=0.60 \text{ \AA}$  (HS),  $r(\text{Ni}^{3+})=0.56 \text{ \AA}$  (LS),  $r(\text{Ni}^{2+})=0.69 \text{ \AA}$ ). Методом атомно-абсорбционной и атомно-эмиссионной спектроскопии (спектрометры SOLAAR M6 и ICAP 6500) показано, что элементный состав исследуемых соединений соответствует заявленным формульным значениям в пределах погрешности измерения. Методом лазерной дифракции (лазерный анализатор дисперсности SALD-7101 Shimadzu) установлено, что размер частиц порошков составляет 0.5-20 мкм.

Пористость спеченных в брикеты порошков при 1200 °С определенная методом гидростатического взвешивания, равна 15-34 %. С помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM 6390LA и энергодисперсионного анализатора JEOL JED 2300 подтверждено формирование пористой керамики с зернами различных форм и размеров; гомогенным составом. С помощью термогравиметрического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии (термический анализатор NETZSCH STA 409 Luxx) в интервале температур 30-900 °С показано, что образцы термически стабильны, фазовых переходов не выявлено.

Для образца состава  $\text{La}_{0.9}\text{Sr}_{0.05}\text{Bi}_{0.05}\text{Mn}_{0.9}\text{Ni}_{0.1}\text{O}_{3\pm\delta}$  изучена совместимость с электролитами  $\text{La}_{0.9}\text{Bi}_{0.1}\text{Nb}_{0.9}\text{W}_{0.1}\text{O}_4$  (тип I) и  $\text{Bi}_3\text{Nb}_{0.8}\text{Er}_{0.2}\text{O}_{6.8}$  (тип II) при соотношении 1:1 путем последовательных отжигов смесей в течение 24 ч при 300-800 °С с шагом 100 °С. Для смеси типа I химическое взаимодействие начинается при 600 °С, для смеси типа II - при 700 °С. Методом импедансной спектроскопии установлена электропроводность композитов, равная: для типа I ( $\sigma_{300}=1.88 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ ), для типа II ( $\sigma_{300}=4.71 \cdot 10^{-5} \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ ).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №16-33-00390